

アサリの中腸腺の構造

山元憲一^{1†}・半田岳志¹

Structure of the digestive diverticula of the Japanese short-neck clam, *Ruditapes philippinarum* (Mollusca : Bivalvia : Eulamellibranchia)

Ken-ichi Yamamoto^{1†} and Takeshi Handa¹

Abstract : The corrosion resin-casts and the tissue preparations (Azan staining) of the digestive diverticula of the Japanese short-neck clam, *Ruditapes philippinarum* were observed. The digestive diverticula surrounded the stomach on sides except the dorsal side. The orifices of the multiple ducts located at three embayments of the stomach. Internal wall of the duct was covered from the orifice to the apex with the cilium. Each tubule extended to the end of the duct. The tubule had the darkly staining cell at the crypt.

Key words : Japanese short-neck clam ; Eulamellibranchia ; Corrosion resin-cast ; Digestive diverticula ; Embayment ; Duct ; Tubule

緒 言

二枚貝の中腸腺は、胃の周囲に位置し¹⁾、胃に開口した導管で連絡している²⁻⁵⁾。中腸腺の構造は組織標本をもとに導管の先端から延びる中腸腺細管の様子が図示されており⁵⁻⁷⁾、ゼラチンを利用した鋳型をもとに胃から延びる導管の様子が図示されている⁸⁾。しかし、胃および中腸腺の構造を立体的に明らかにした例は見られない。

そこで、著者らは、腹足綱の5種類⁹⁻¹³⁾に続いて、二枚貝綱の胃および中腸腺の構造をイガイ目(等糸鰓類)のムラサキイガイ *Mytilus galloprovincialis*¹⁴⁾、イガイ目で擬弁鰓型を示すリシケタイラギ *Atrina (Servatrina) lischkeana*¹⁵⁾、ウグイスガイ目で擬弁鰓型を示すアコヤガイ *Pinctada fucata martensii*¹⁶⁾、カキ目で擬弁鰓型を示すマガキ¹⁷⁾、真弁鰓類マルスダレガイ目ナタメガイ科のアゲマキガイ *Simonovacula constricta*¹⁸⁾ とマルスダレガイ科のハマグリ *Meretrix lusoria*¹⁹⁾ について明らかにしてきた。本研究では、ハマグリと同じマルスダレガイ科のアサリ *Ruditapes philippinarum* を用いて、前記と同様に半重合メチルメタ

クリレートを使って鋳型を作成し、切片標本および固定標本を切開した断面像の観察から胃および中腸腺の立体構造および組織像を調べたので報告する。

材料および方法

実験には、熊本県地先の有明海から入手した殻長35±4 mm(平均値±標準偏差)の大型の30個体および殻長9±1 mmの小型の10個体のアサリを用いた。アサリは、入手後、0.5 μm以上の粒子を除去した海水の注水(1 l/min)下で5~10日間蓄養した。

鋳型 鋳型の作成は、Handa and Yamamoto²⁰⁾ に準じて、主剤(MERCOX CL-2R, 応研商事株式会社)3 ml 当り硬化剤(MERCOX MA, 応研商事株式会社)約0.1gを混入したもの(以降、樹脂と表す)を用いて行った。まず、アサリを約0.4M/lの塩化マグネシウム水溶液²¹⁾に約20分間浸漬して殻を開け、口から食道へポリエチレン細管(外径約1 mm, 長さ20cm, Hibiki No.3)を約5 mm挿入し、注射筒(5 ml, Top)を使って2分間に約1 mlの

2009年6月23日受付。 Received June 23, 2009.

1 水産大学校生物生産学科 (Department of Applied Aquabiology, National Fisheries University)

† 別刷り請求先 (corresponding author) : yamagenk@fish-u.ac.jp

住所 : 〒759-6595 下関市永田本町2-7-1 (2-7-1 Nagata-honmachi, Shimonoseki 759-6595)

速さで総量約 3 ml の樹脂を注入した。注入後、細管を封入し、海水中で樹脂を硬化させ、20%水酸化ナトリウム水溶液に浸漬して肉質部を除去し、水洗した。

胃の断面像 観察は、大型のアサリをDavidson液²²⁾で固定後、安全剃刀で胃の部分を中心に軟体部を切開して行った。

組織像 観察は、小型の10個体をDavidson液²²⁾で固定した後、常法に従ってパラフィン切片 (10 μm) を作成し、アザン染色して行った。

結 果

中腸腺 (D) は、背側の一部を除いた胃 (ST) の周囲に展開していた (Figs. 1-13)。腸は複雑な螺旋構造を示していた (Figs. 3, 4)。導管 (DD) は、胃壁が大きく湾入してEmbayment構造⁴⁻⁶⁾を示した3箇所 (E1, E2, E3) からそれぞれ複数本が出ていた (Figs. 4-13)。Embayment構造から出た導管は枝分かれを繰り返して次第に細くなっていた (Figs. 4-7)。導管の内面は中腸腺細管との境 (JDT) までアザン染色で赤く染まるFlagellated cell (FC) で構成され、繊毛 (CL) で覆われていた (Fig.14)。中腸腺細管 (T) は導管の末端から直接1本ずつが房状をなして出ている様子が確認された (Fig.14)。その組織像は、導管と異なってアザン染色で青く染まる消化細胞 (DC) で周囲を囲まれ、陥入した部位 (Crypt構造) には赤く染まった暗細胞 (DSC) が確認された (Fig.14)。

考 察

Yonge⁸⁾ は、原鰓類、糸鰓類、真弁鰓類の中腸腺は胃を囲むように存在していると報告している。等糸鰓類 (イガイ目) のタイラギ¹⁵⁾、擬弁鰓目のアコヤガイ¹⁶⁾、カキ目のマガキ¹⁷⁾ や真弁鰓類のハマグリ¹⁹⁾ では、中腸腺は同様に食道および胃の周囲に位置しているが、胃の背側には存在しないことが報告されている。アサリでも同様に胃の背側には存在していなかった。

Purchon²⁻⁴⁾ は、中腸腺の導管が胃壁に開口している構造を2つの型に分けており、1つは導管が直接胃壁に開口している構造をOrifices構造、胃壁の湾入したところに複数の導管が開口している構造をEmbayments構造としている。アサリは、アコヤガイ¹⁶⁾ やその仲間である *Pinctada vulgaris*²⁾ および同じ真弁鰓類であるアゲマキガイ¹⁸⁾ やハ

マガリ¹⁹⁾ と同様にEmbayments構造を示していた。Embayments構造の数はアコヤガイ¹⁶⁾ やその仲間である *P. vulgaris*²⁾ では5箇所あると報告されている。しかし、アサリではアゲマキガイ (2箇所)¹⁸⁾ よりも数は多いが、アコヤガイや *P. vulgaris* よりも数が少なく、ハマグリ¹⁹⁾ と同じく3箇所であった。

アサリの導管が胃から中腸腺細管へ進むに従って枝分かれして次第に細くなる構造は、原鰓類のクルミガイ科 Nuculidae、等糸鰓類および真弁鰓類について図示されている⁵⁾ のものと同様である。しかし、等糸鰓類および真弁鰓類では、導管は主導管 (Main duct) と二次導管 (Secondary duct) とに分かれ、主導管は断面をみると繊毛で覆われている部分と刷子縁で覆われている部分に分かれて構成され、二次導管は全体が刷子縁で覆われた構造となっていると報告されている⁶⁾。等糸鰓類のムラサキガイやマガキでは、二次導管は周囲が刷子縁で覆われていると報告されている^{14, 17)}。しかし、真弁鰓類であるアサリでは、導管の末端は中腸腺細管との境までアザン染色で赤く染まるFlagellated cellで構成され、内面には繊毛が確認されたことから、アサリの導管はムラサキガイやマガキと異なって、アゲマキガイ¹⁸⁾ やハマグリ¹⁹⁾ と同様に周囲を刷子縁で覆った形の二次導管を持たないと考えられる。

中腸腺細管は、糸鰓類である *Anadara subcrenata* や *Brachidontes senhousia* では導管の末端から出た後に中腸腺細管が枝分かれする型 (Simple branching type I) を、等糸鰓類や真弁鰓類では導管の末端に中腸腺細管が1つずつ独立して出ている型 (Simple branching type II) を示すとされている⁶⁾。アサリでもアゲマキガイ¹⁸⁾ やハマグリ¹⁹⁾ と同様に真弁鰓類の特徴であるtype IIの様相を示していた。

中腸腺細管の暗細胞は、繊毛を備えており、若い細胞で後に栄養細胞になると推測されている⁸⁾。このような暗細胞は、真弁鰓類ではCrypt構造の部位に存在していることが知られている²⁵⁾。アサリでもアゲマキガイ¹⁸⁾ やハマグリ¹⁹⁾ と同様に中腸腺細管は真弁鰓類の特徴を示し、Crypt構造の部位に暗細胞が位置していた。

要 約

アサリの中腸腺の構造を鋳型および組織像から調べた。中腸腺は、背側の一部を除いた胃の周囲に展開していた。導管は、胃壁が大きく湾入した3箇所から出た。導管

の内壁は先端まで一様で、導管の先端からは中腸腺細管が1本ずつ独立して出ている。中腸腺細管はCrypt構造の部位に暗細胞を備えていた。

文 献

- 1) Yonge C M : The digestive diverticula in the lamellibranchs. *Trans Roy Soc Edinb*, **54**, 703-718 (1926)
- 2) Purchon R D : The stomach in the Filibranchia and Pseudolamellibranchia. *Proc Zool Soc, London*, **129**, 27-60 (1957)
- 3) Purchon R D : The stomach in the Eulamellibranchia; Stomach type IV. *Proc Zool Soc, London*, **131**, 487-525 (1958)
- 4) Purchon R D : The stomach in the Eulamellibranchia; Stomach type IV and V. *Proc Zool Soc, London*, **135**, 431-489 (1960)
- 5) Owen G : Observations on the stomach and digestive diverticula of the lamellibranchia. II. The Nuculidae. *Quart J micr Sci*, **97**, 541-567 (1955)
- 6) Owen G : Observations on the stomach and digestive diverticula of the lamellibranchia. I. The Anisomyaria and Eulamellibranchia. *Quart J micr Sci*, **97**, 517-537 (1955)
- 7) Nakazima M : On the structure and function of the mid-gut gland of Mollusca with a general consideration of the feeding habits and systematic relation. *Jpn J Zool*, **11**, 469-566 (1956)
- 8) Yonge C M : Structure and physiology of the organs of feeding and digestion in *Ostrea edulis*. *J Mar Biol Ass U K*, **14**, 295-386 (1926)
- 9) 山元憲一, 半田岳志, 近藤昌和 : クロアワビの中腸腺の構造. 水大校研報, **53**(3), 105-116 (2005)
- 10) 山元憲一, 半田岳志, 近藤昌和 : サザエの中腸腺の構造. 水大校研報, **55**(3), 71-89 (2007)
- 11) 山元憲一, 半田岳志, 近藤昌和 : マルタニシの中腸腺の構造. 水大校研報, **55**(4), 149-159 (2007)
- 12) 山元憲一, 半田岳志, 近藤昌和 : ツメタガイの中腸腺の構造. 水大校研報, **55**(3), 91-99 (2007)
- 13) 山元憲一, 半田岳志, 近藤昌和 : アカニシの中腸腺と唾液腺の構造. 水大校研報, **55**(3), 101-114 (2007)
- 14) 山元憲一・半田岳志 : タイラギの中腸腺の構造. 水大校研報, **57**(1), 71-80 (2008)
- 15) 山元憲一・半田岳志 : ムラサキイガイの中腸腺の構造. 水大校研報, **57**(2), 71-80 (2008)
- 16) 山元憲一, 半田岳志, 近藤昌和 : アコヤガイの中腸腺の構造. 水大校研報, **52**(1), 31-43 (2004)
- 17) 山元憲一・半田岳志・近藤昌和 : マガキの中腸腺の鋳型作成の試み. 水大校研報, **51**(3), 71-80 (2003)
- 18) 山元憲一・半田岳志 : アゲマキガイの中腸腺の構造. 水大校研報, **57**(3), 195-207 (2009)
- 19) 山元憲一・半田岳志 : ハマガリの中腸腺の構造. 水大校研報, **57**(3), 209-218 (2009)
- 20) Handa T and Yamamoto K : Corrosion casting of the digestive diverticula of the pearl oyster, *Pinctada fucata martensii* (Mollusca : Bivalvia) . *J Shell Res*, **22**(3), 777-779 (2003)
- 21) Namba K, Kobayashi M, Aida S, Uematsu K, Yoshida M, Kondo Y and Miyata Y : Persistent relaxation of the adductor muscle of oyster *Crassostrea gigas* induced by magnesium ion. *Fish Sci*, **61**, 241-244 (1995)
- 22) Bell T A and Lightner D V : A handbook of normal Penaeid shrimp history. World aquaculture society, USA, pp 2.

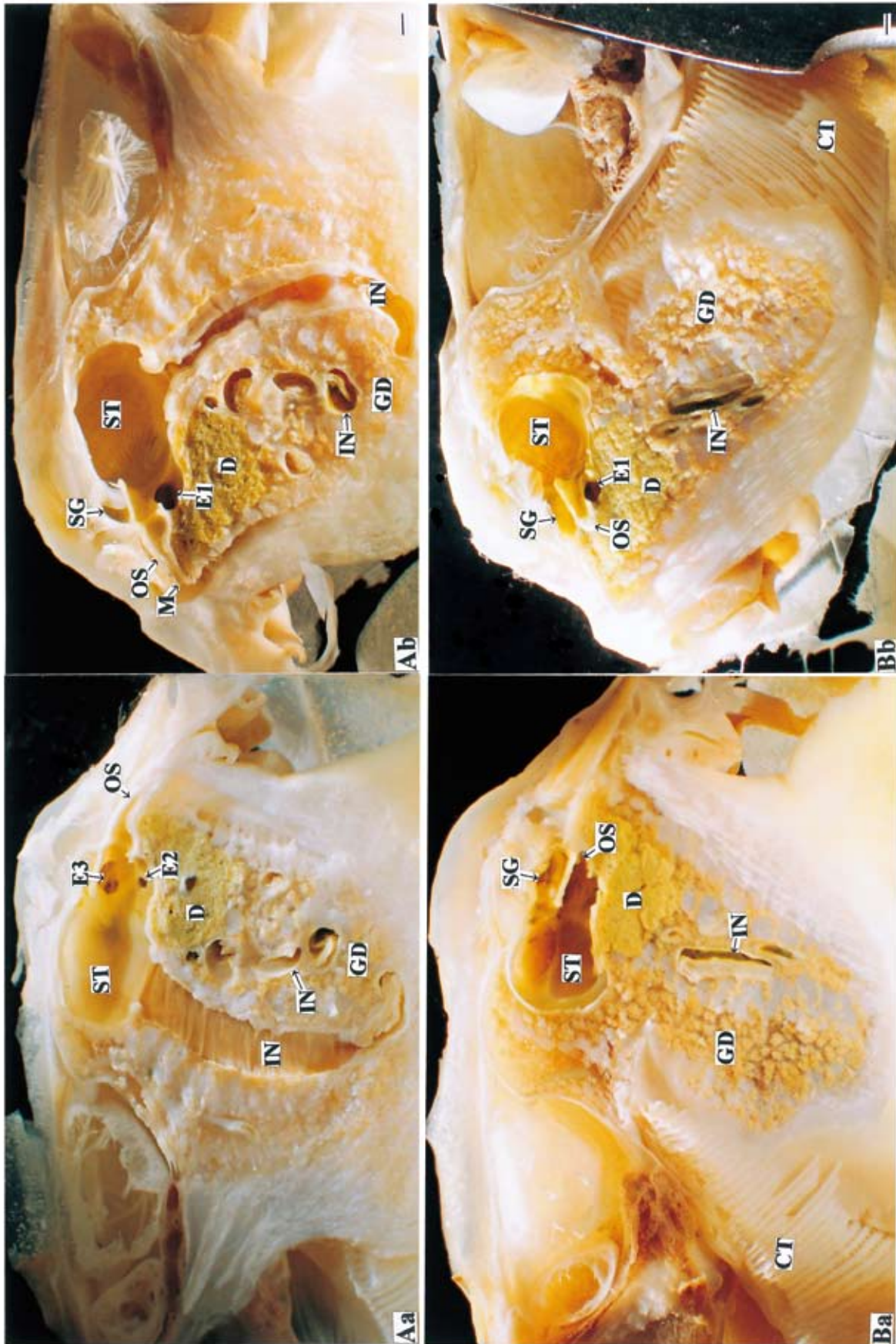


Fig. 1. Cross-section surfaces of the soft part of the Japanese short-neck clam, *Ruditapes philippinarum*. a, lateral view (left) ; b, lateral view (right) ; M, mouth ; OS, oesophagus ; SG, sorting gland ; ST, stomach ; D, digestive diverticula ; IN, intestine ; GD, gonad ; E 1-3, embayment ; CT, ctenidium. Bars = 100 μ m.

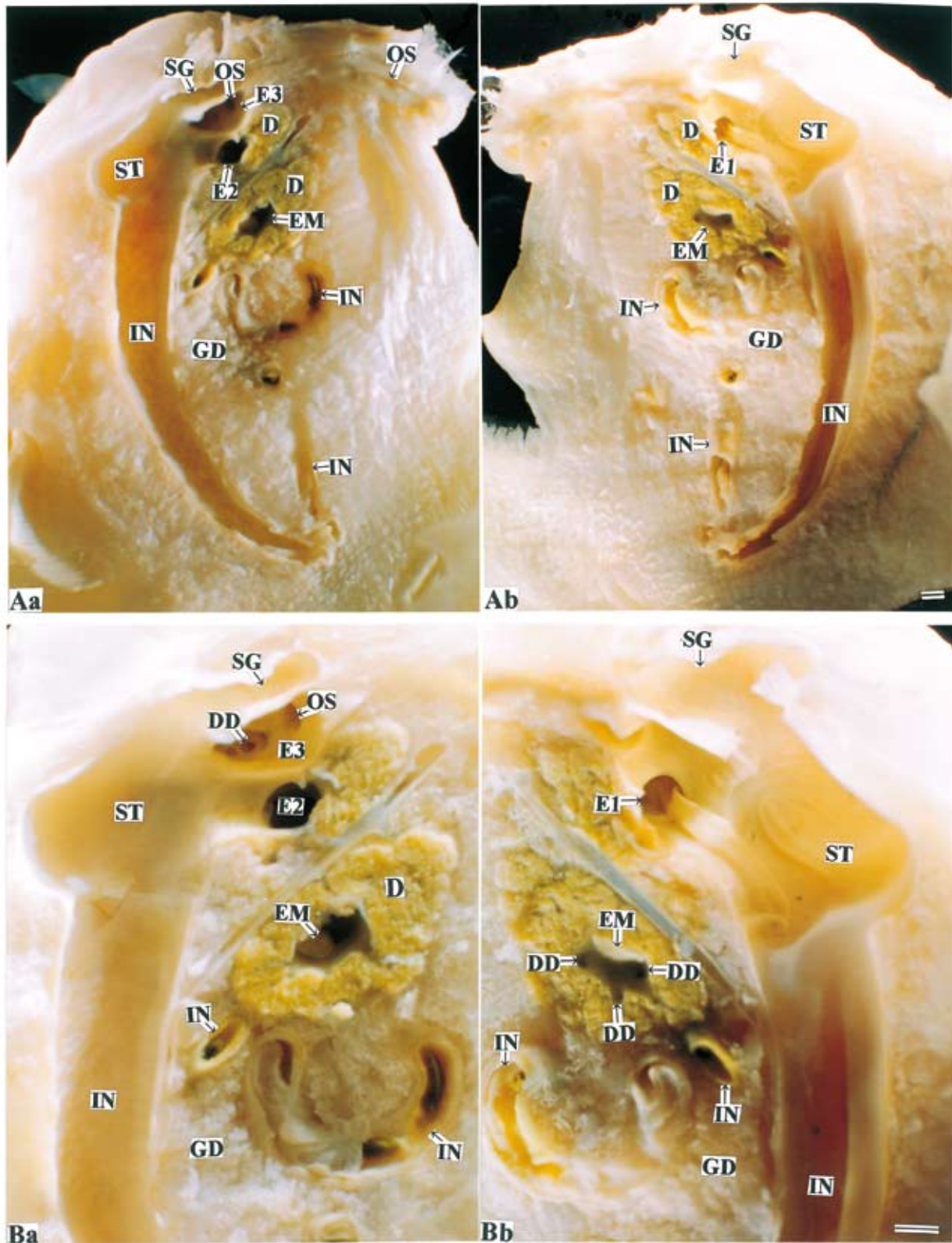


Fig. 2. Cross-section surfaces of the soft part of the Japanese short-neck clam. a, lateral view (left); b, lateral view (right); OS, oesophagus; SG, sorting gland; ST, stomach; D, digestive diverticula; IN, intestine; GD, gonad; E 1 - 3 and EM, embayment; DD, duct. Bars = 100 μ m.

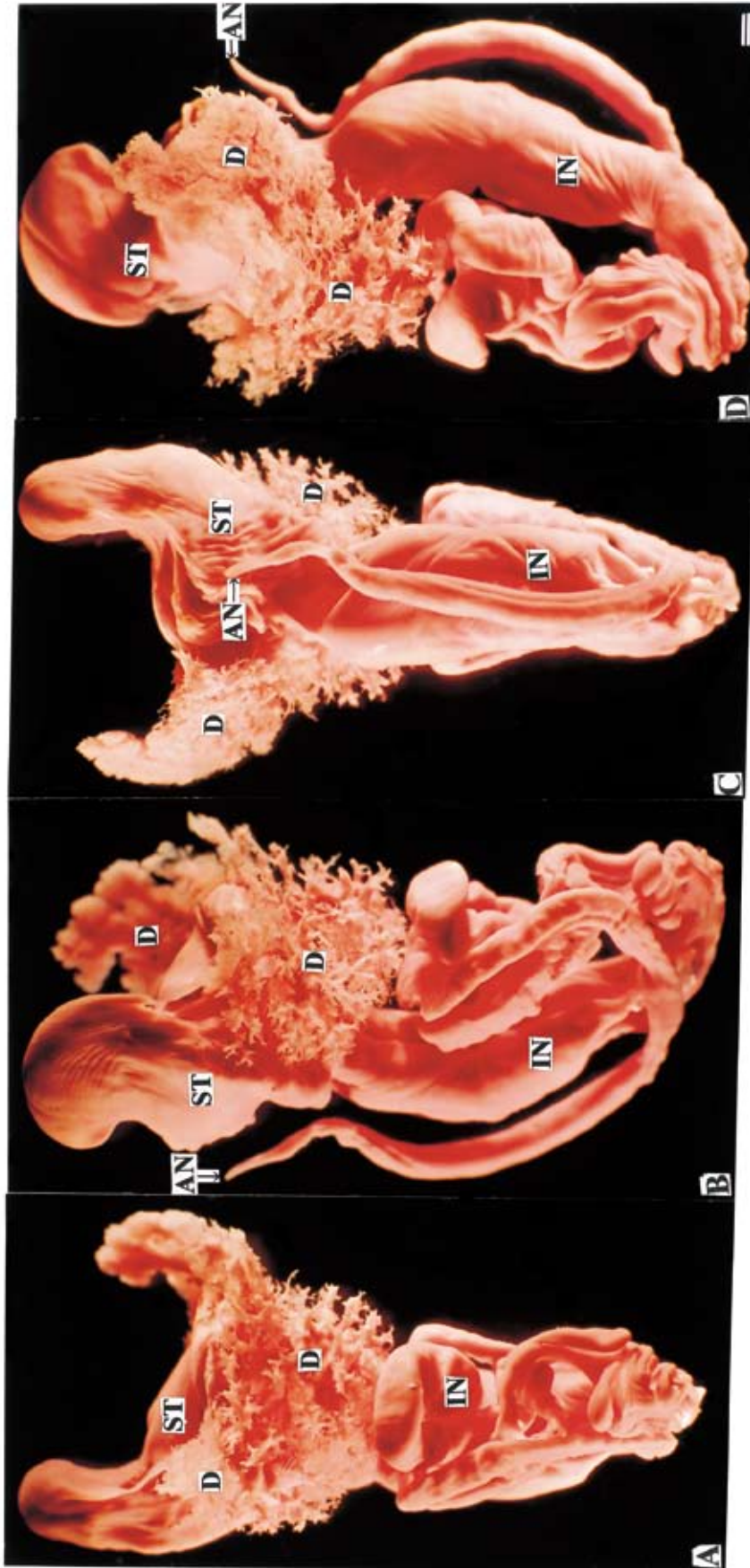


Fig. 3. Corrosion cast replica of the digestive organ of the Japanese short-neck clam. A, ventral view; B, lateral view (left); C, dorsal view (right); D, lateral view (right); ST, stomach; D, digestive diverticula; IN, intestine; AN, anus. Bars = 100 μ m.

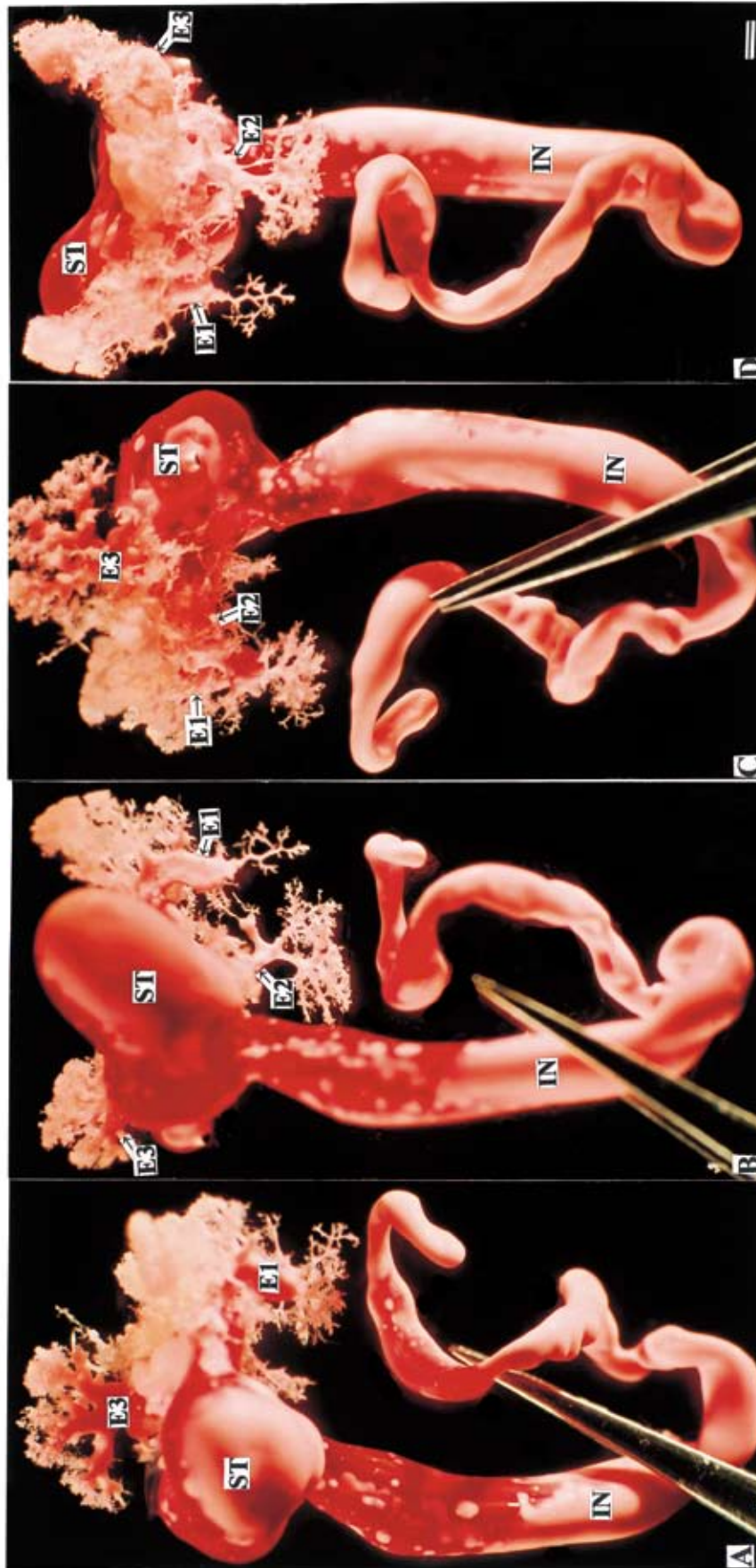


Fig. 4. Corrosion cast replica of the digestive organ of the Japanese short-neck clam. A, lateral view (left) ; B, dorsal view (left) ; C, lateral view (right) ; D, ventral view ; ST, stomach ; E1 - 3, embayment ; IN, intestine. Bars = 100 μ m.

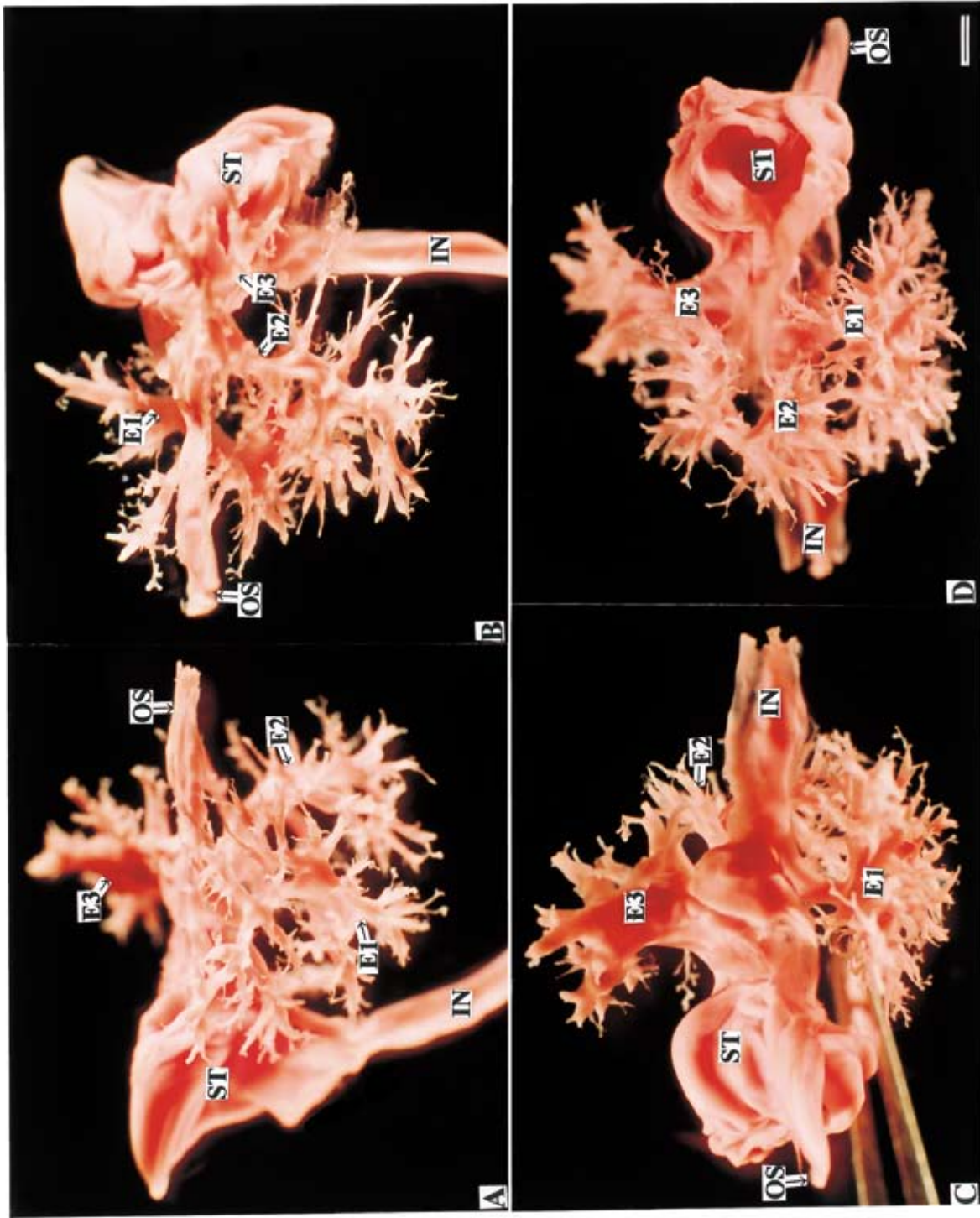


Fig. 5. Corrosion cast replica of the digestive organ of the Japanese short-neck clam. A, lateral view (left) ; B, lateral view (right) ; C, dorsal view ; D, ventral view ; ST, stomach ; OS, oesophagus ; E1 - 3, embayment ; IN, intestine. Bars = 100 μ m.

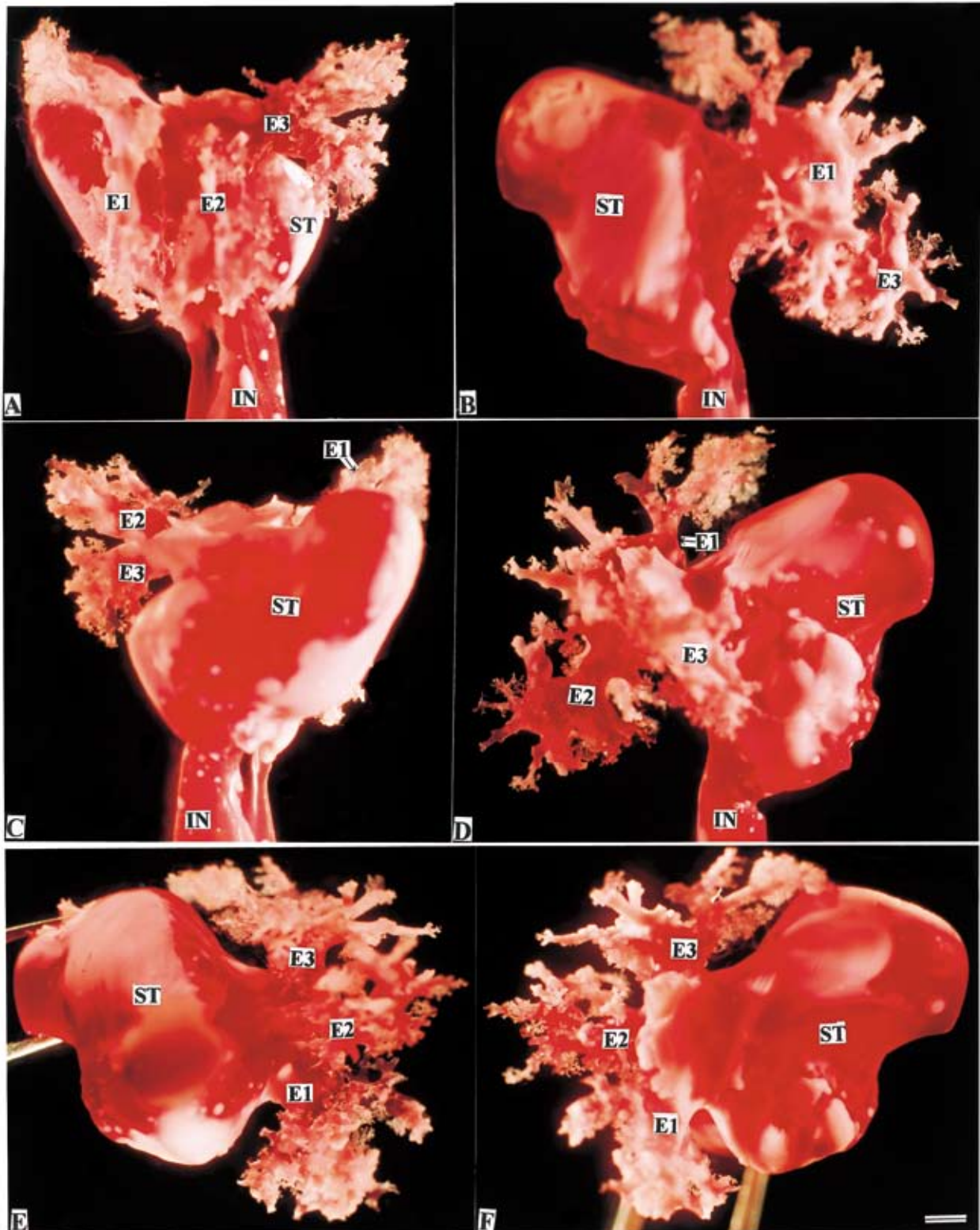


Fig. 6. Corrosion cast replica of the digestive organ of the Japanese short-neck clam. A, ventral view ; B, lateral view (left) ; C, dorsal view ; D, lateral view (right) ; E, foot-side view ; F, umbo-side view ; ST, stomach ; E 1 - 3, embayment ; IN, intestine. Bars=100 μ m.

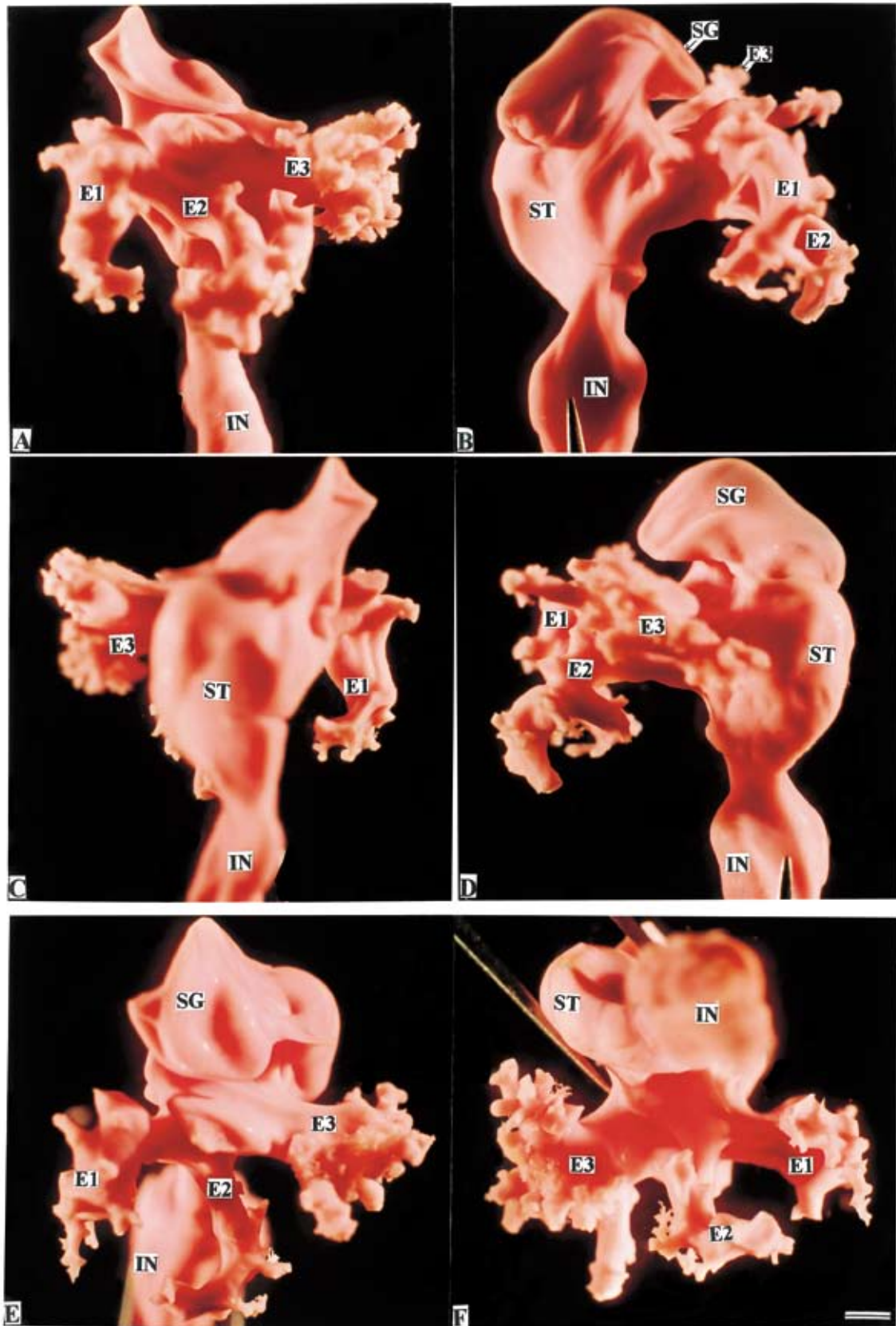


Fig. 7. Corrosion cast replica of the digestive organ of the Japanese short-neck clam. A, ventral view ; B, lateral view (left) ; C, dorsal view ; D, lateral view (right) ; E, umbo-side view ; F, foot-side view ; ST, stomach ; SG, sorting gland ; E 1 - 3, embayment ; IN, intestine. Bars = 100 μ m.

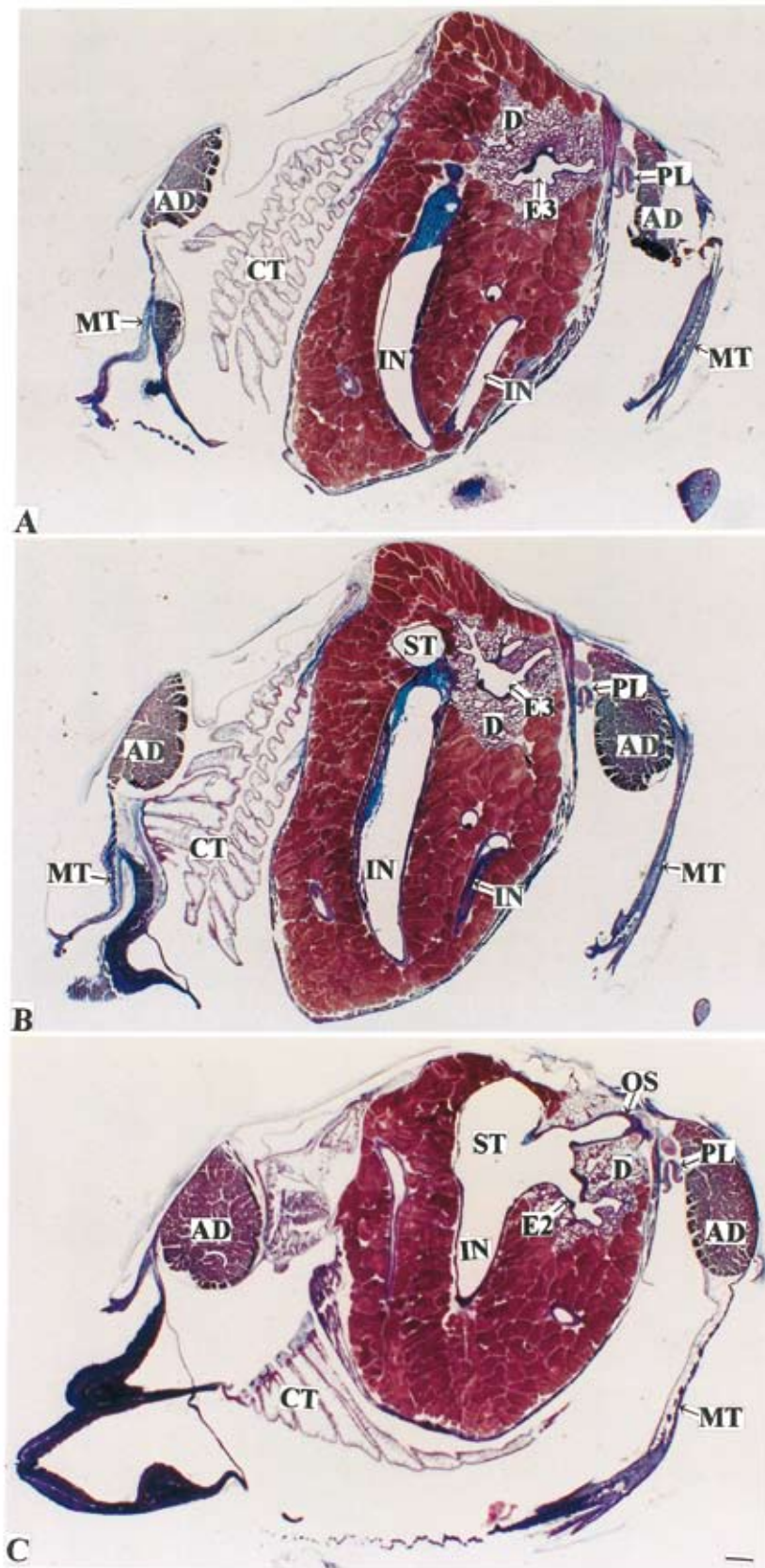
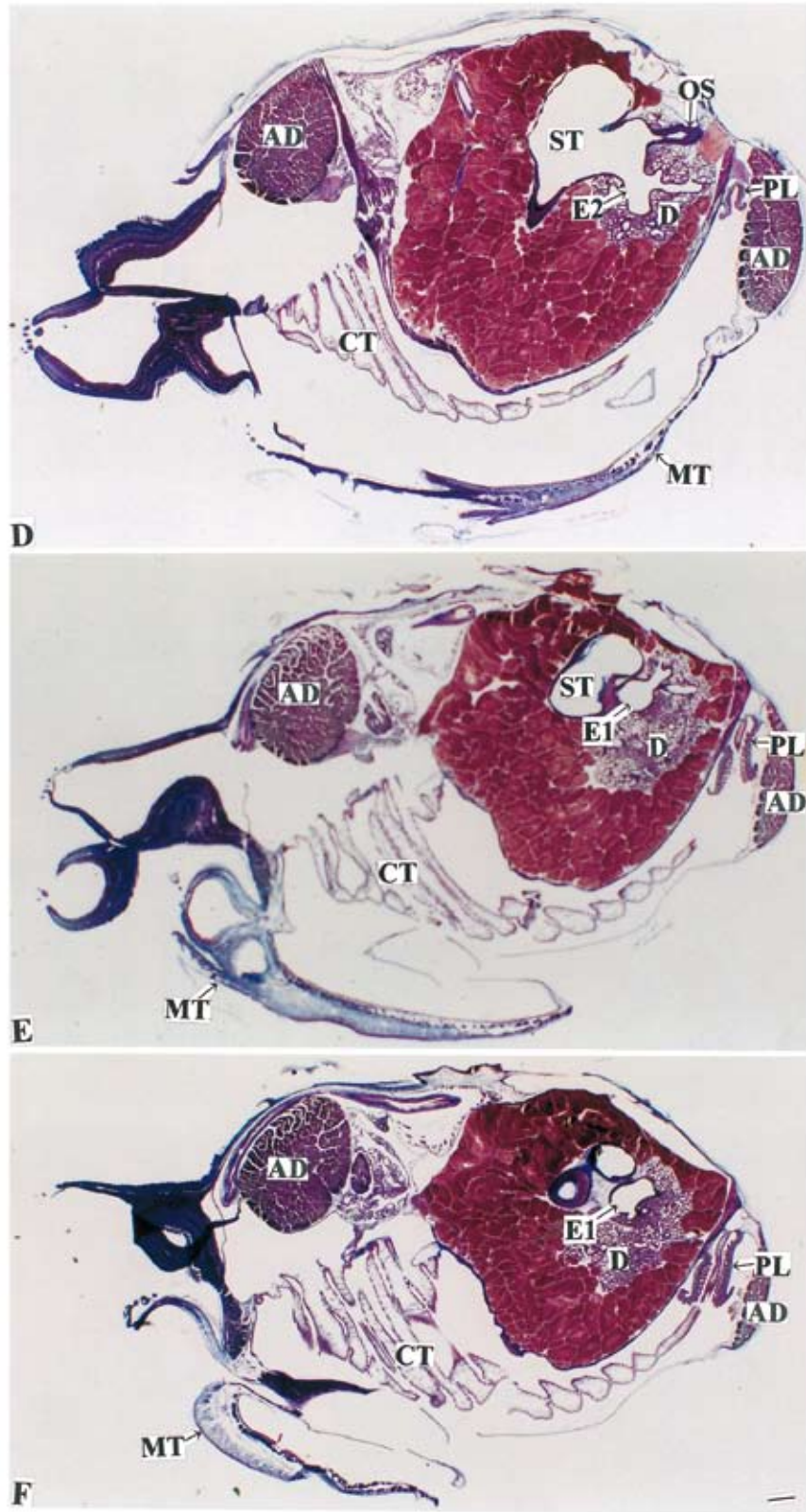


Fig. 8. Vertical sections of the body of the Japanese short-neck clam. AD, adductor muscle ; MT, mantle ; CT, ctenidium ; PL, labial pulp ; ST, stomach ; D, digestive diverticula ; E 1 - 3, embayment ; OS, oesophagus. Azan staining. Bars = 100 μ m.



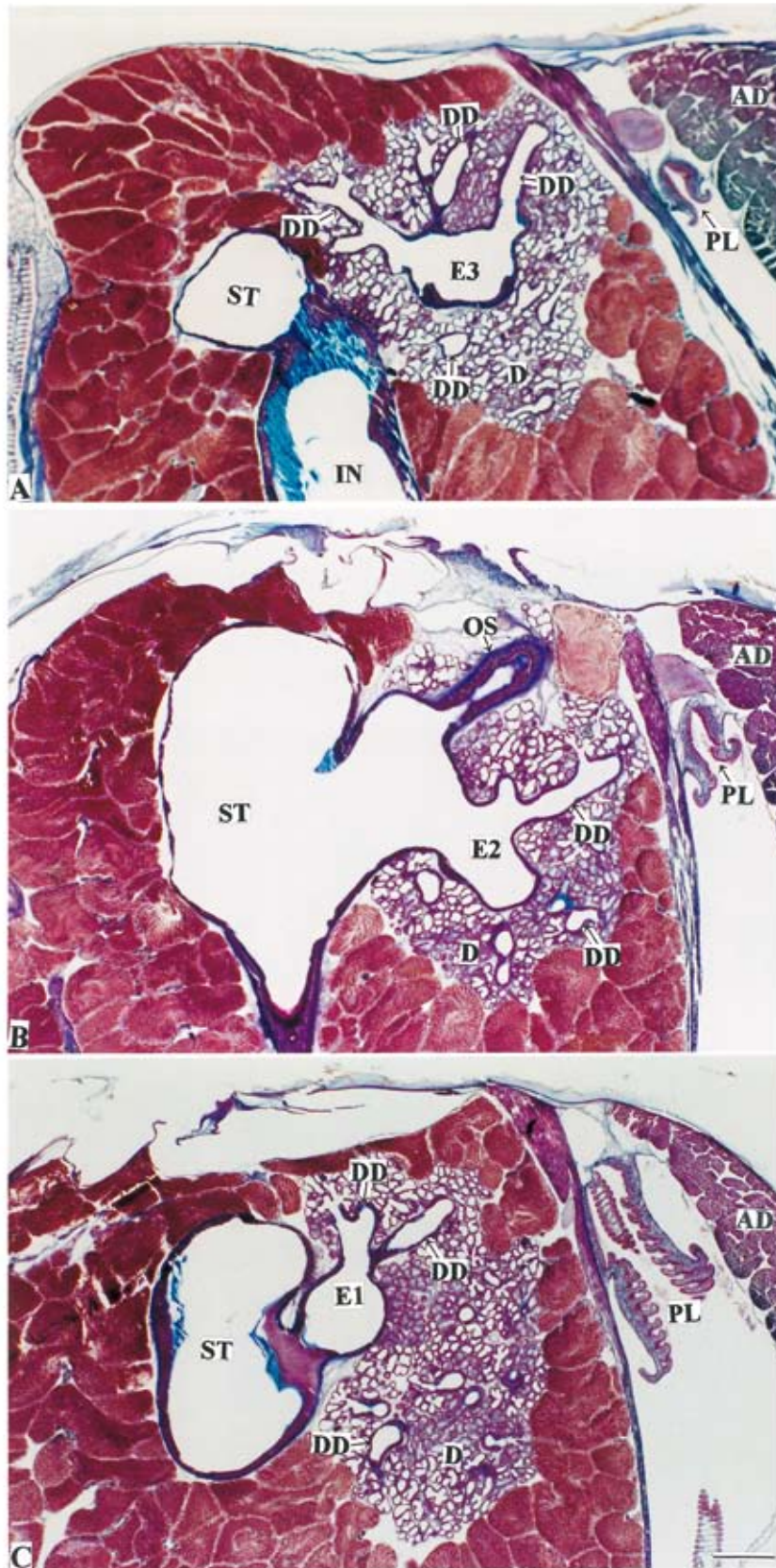


Fig. 9. Vertical sections of the body of the Japanese short-neck clam. AD, adductor muscle ; PL, labial pulp ; ST, stomach ; D, digestive diverticula ; DD, duct ; E 1 - 3, embayment ; IN, intestine ; OS, oesophagus. Azan staining. Bars = 10 μ m.

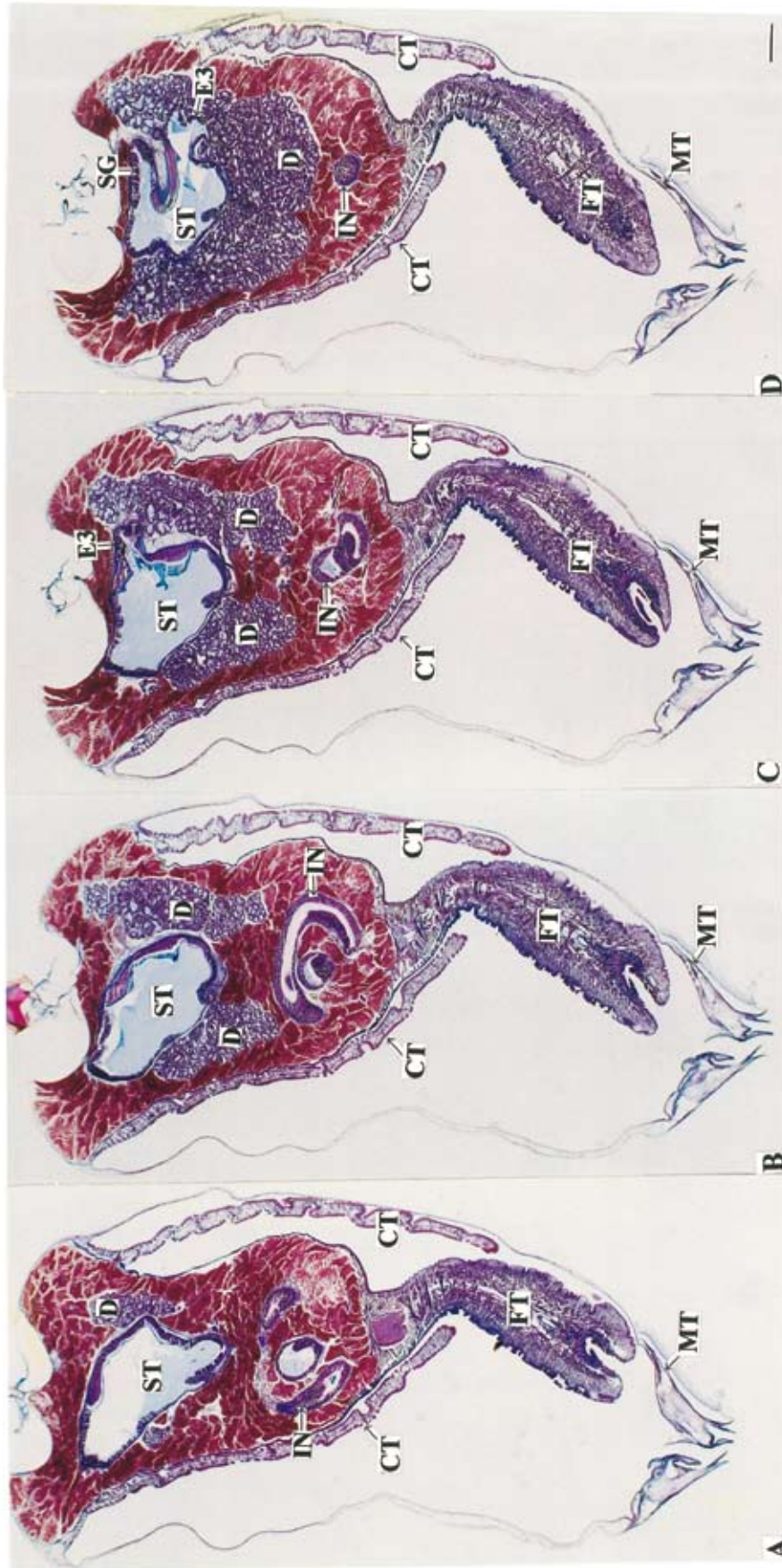
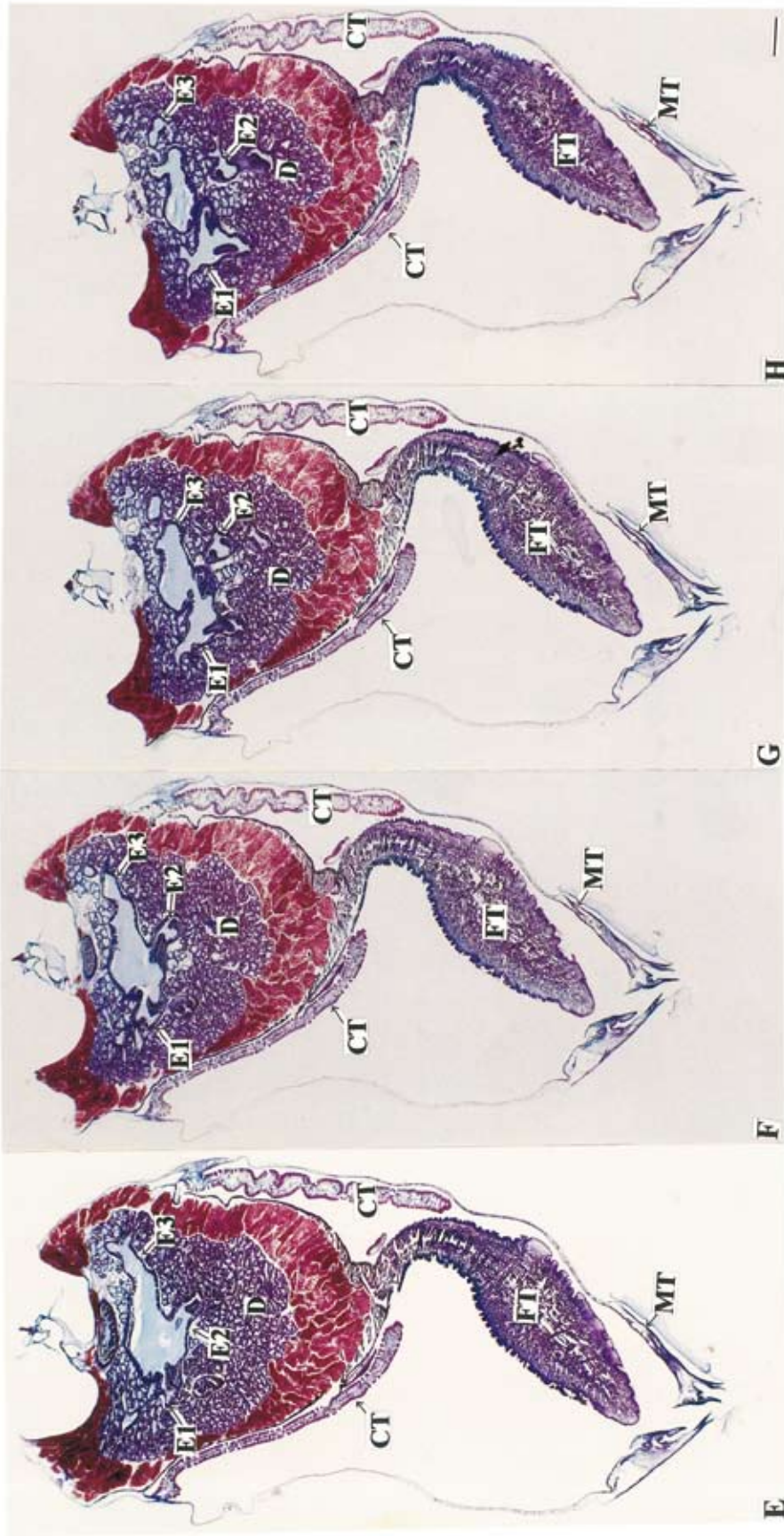
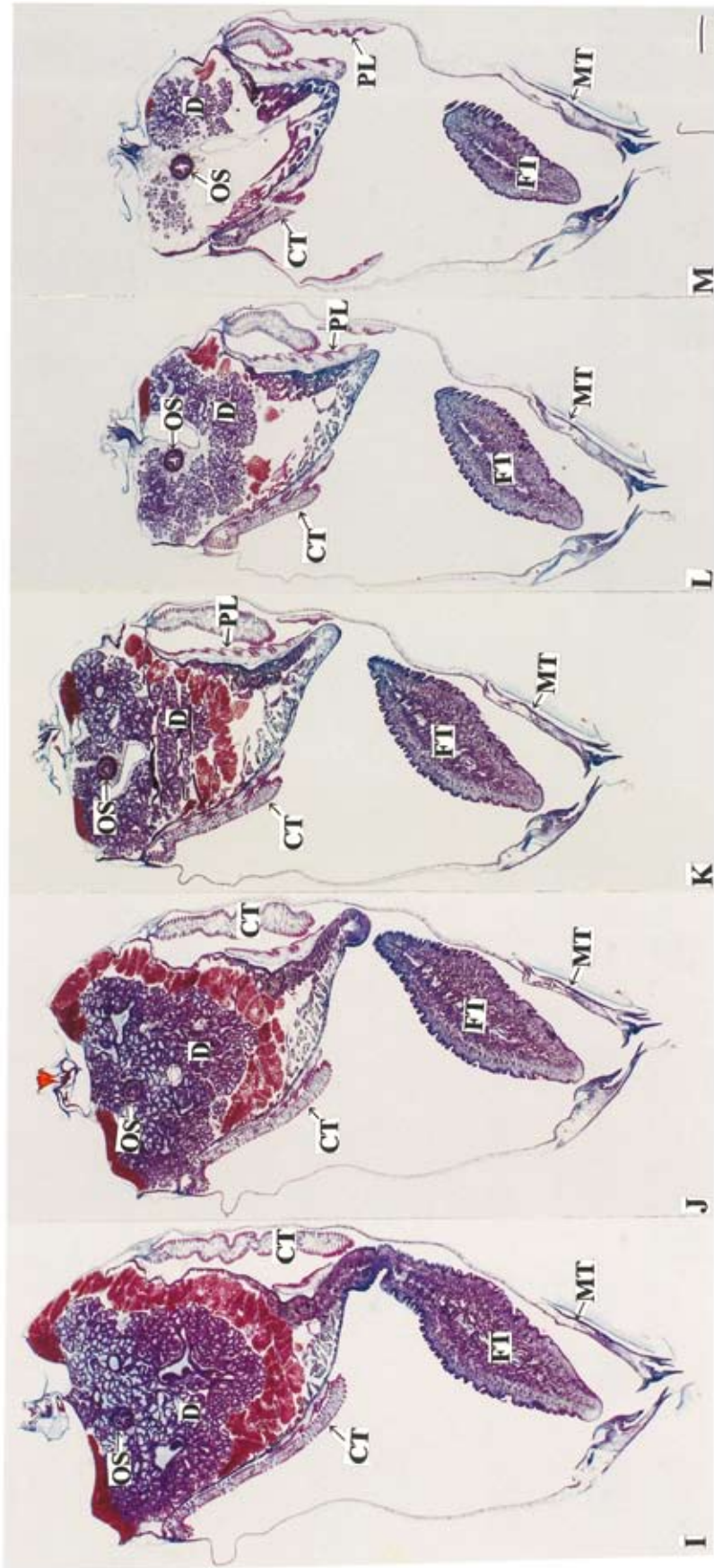


Fig. 10. Horizontal sections of the body of the Japanese short-neck clam. MT, mantle; CT, ctenidium; FT, foot; ST, stomach; D, digestive diverticula; E1 - 3, embayment; IN, intestine; SG, sorting gland; OS, oesophagus; PL, labial pulp. Aazan staining. Bars = 100 μ m.





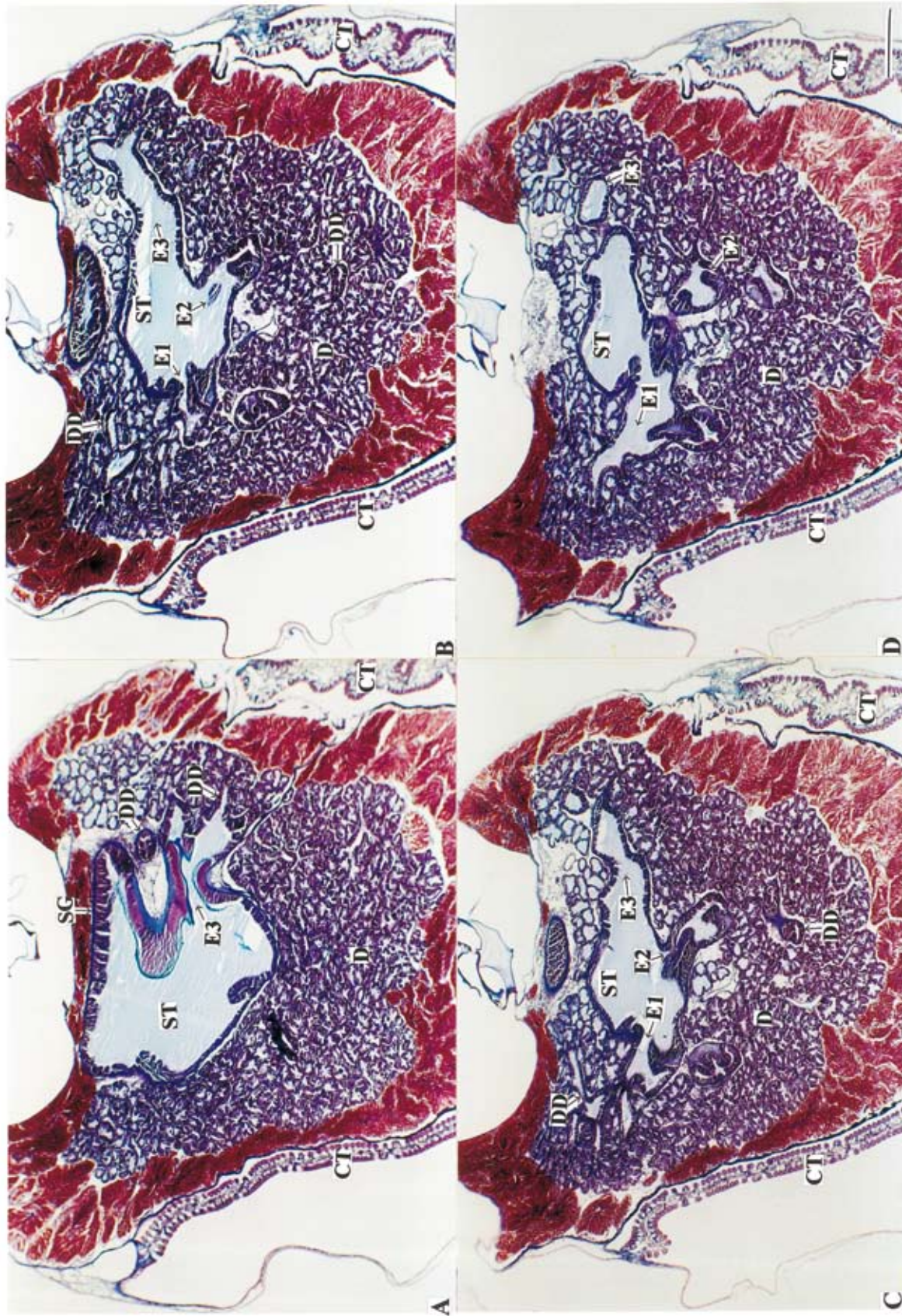


Fig. 11. Horizontal sections of the body of the Japanese short-neck clam. CT, ctenidium ; ST, stomach ; SG, sorting gland ; D, digestive duct ; DD, digestive diverticula ; E1 - 3, embayment. Azan staining. Bars = 10 μ m.

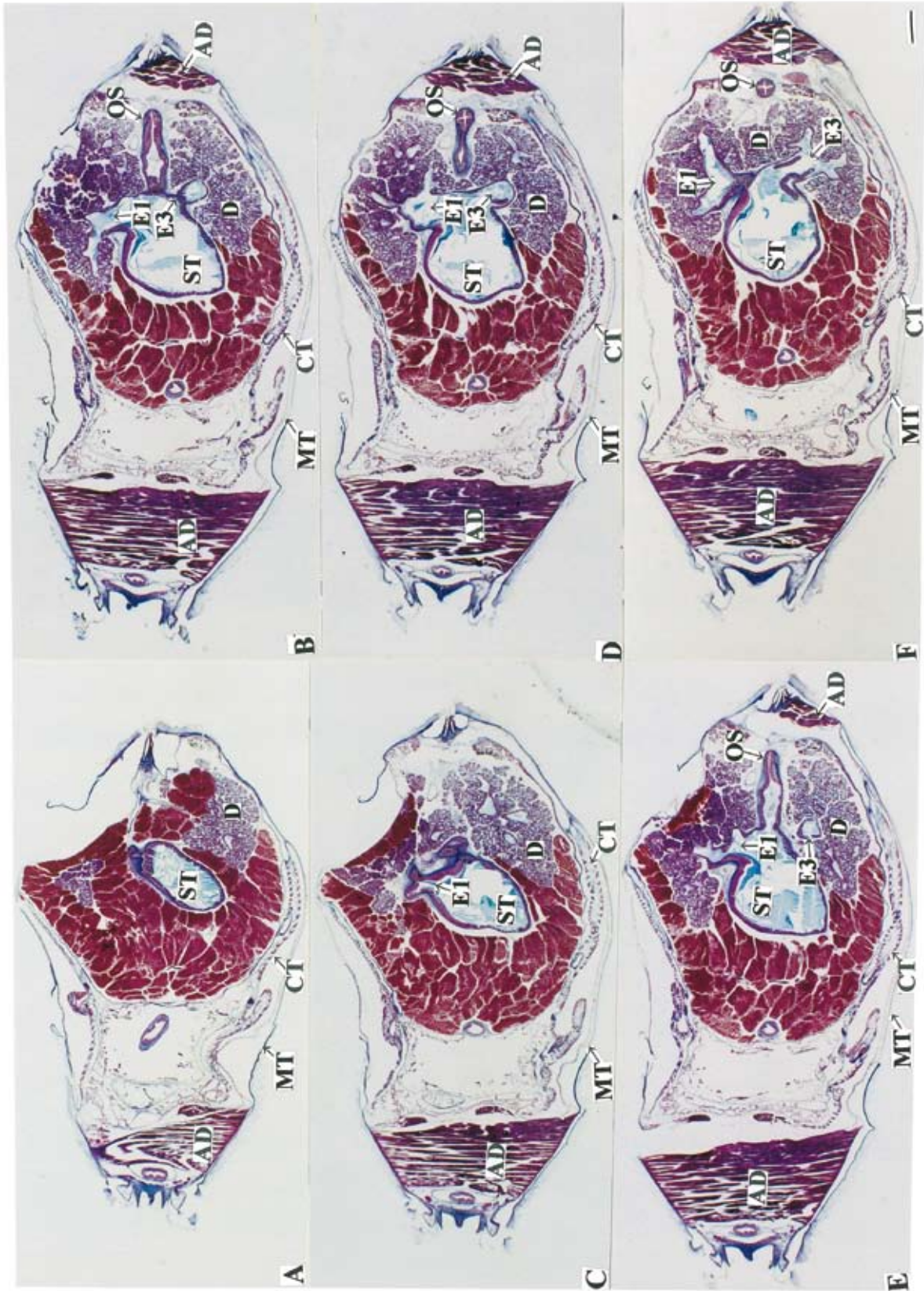
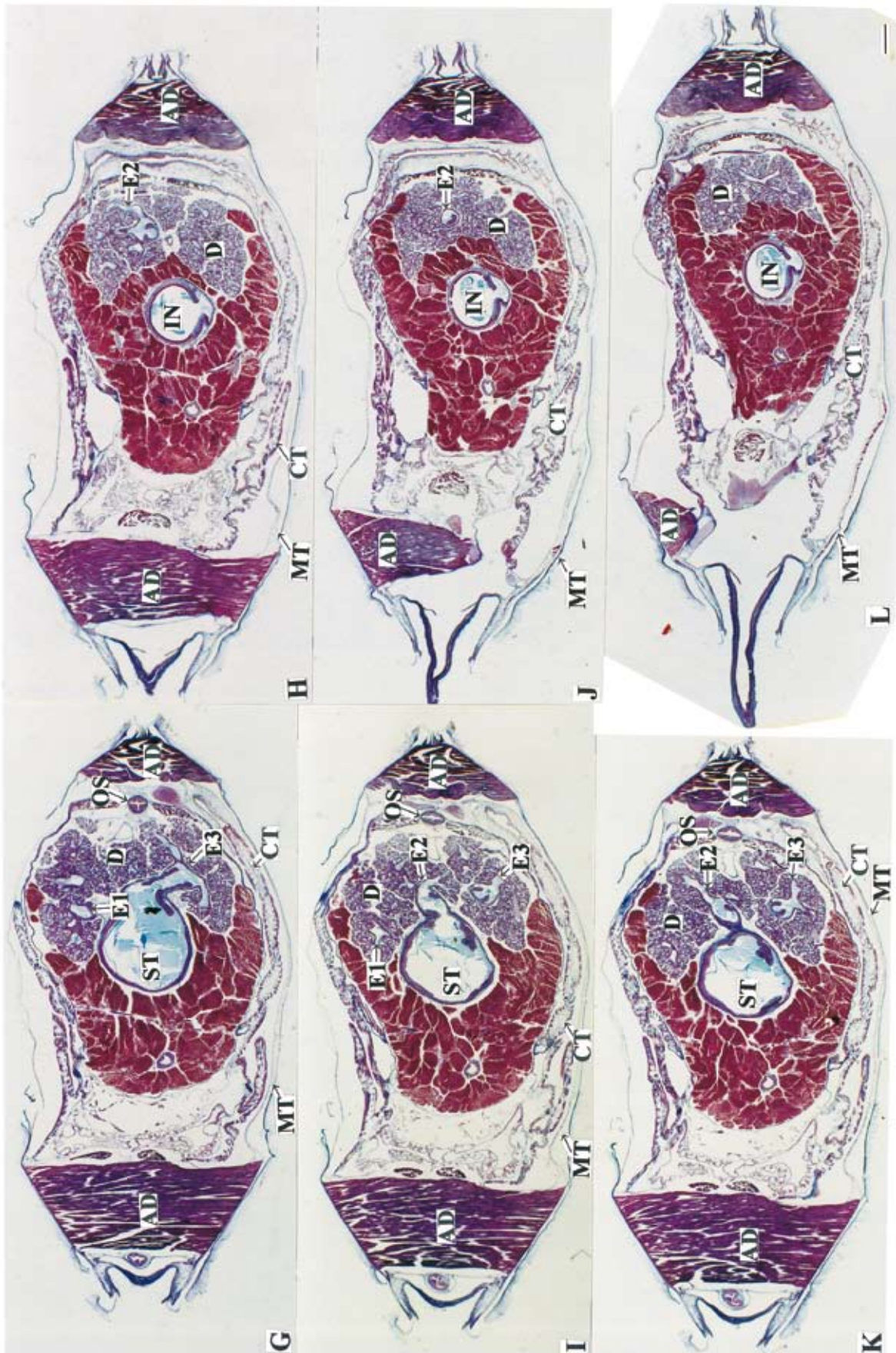


Fig. 12. Longitudinal sections of the body of the Japanese short-neck clam. AD, adductor muscle ; MT, mantle ; CT, ctenidium ; ST, stomach ; D, digestive diverticula ; E1 -3, embayment ; IN, intestine ; OS, oesophagus. Azan staining. Bars = 100 μ m.



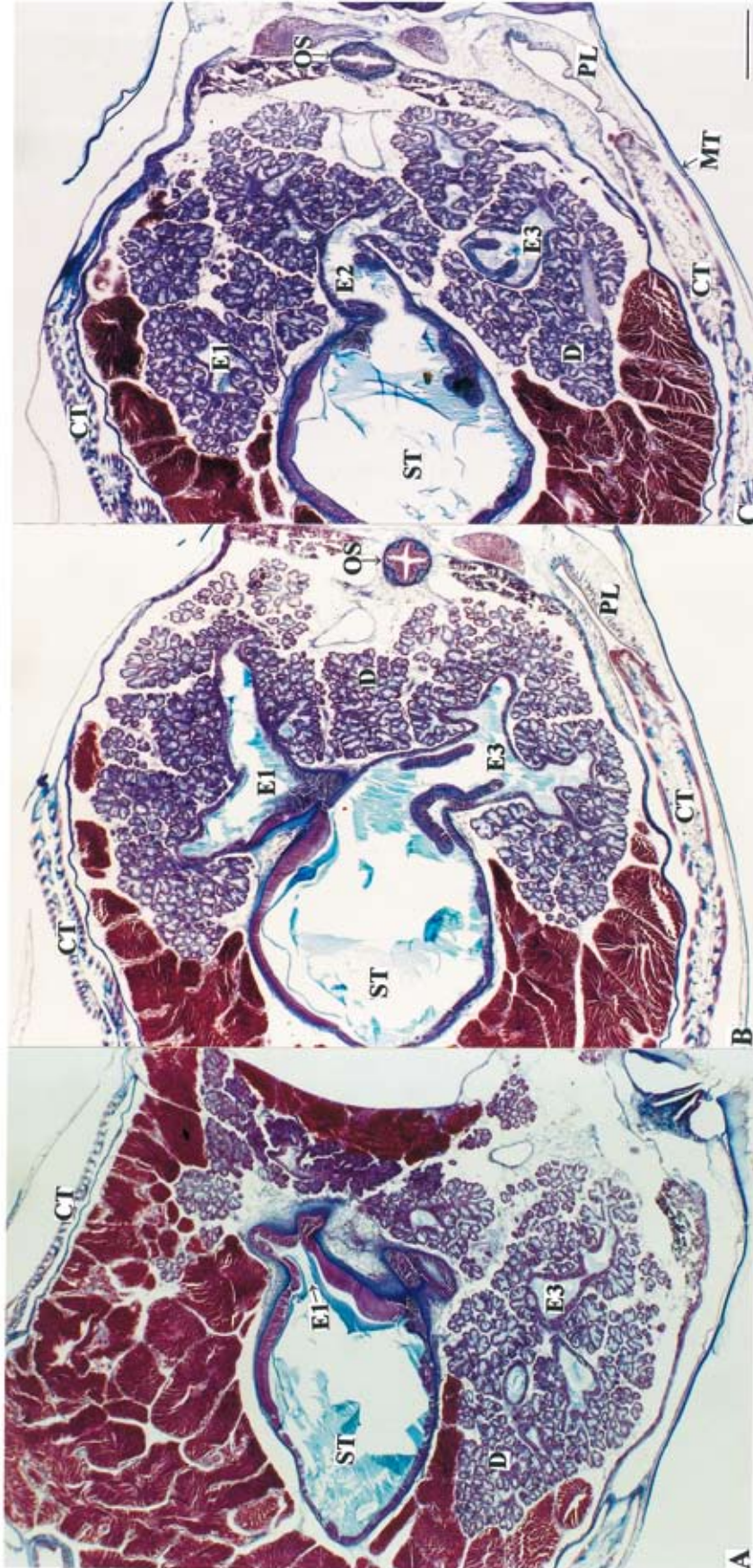


Fig. 13. Longitudinal sections of the body of the Japanese short-neck clam. MT, mantle ; CT, ctenidium ; PL, labial pulp ; ST, stomach ; D, digestive diverticula ; E1 - 3, embayment ; OS, oesophagus. Azan staining. Bars = 10 μ m.

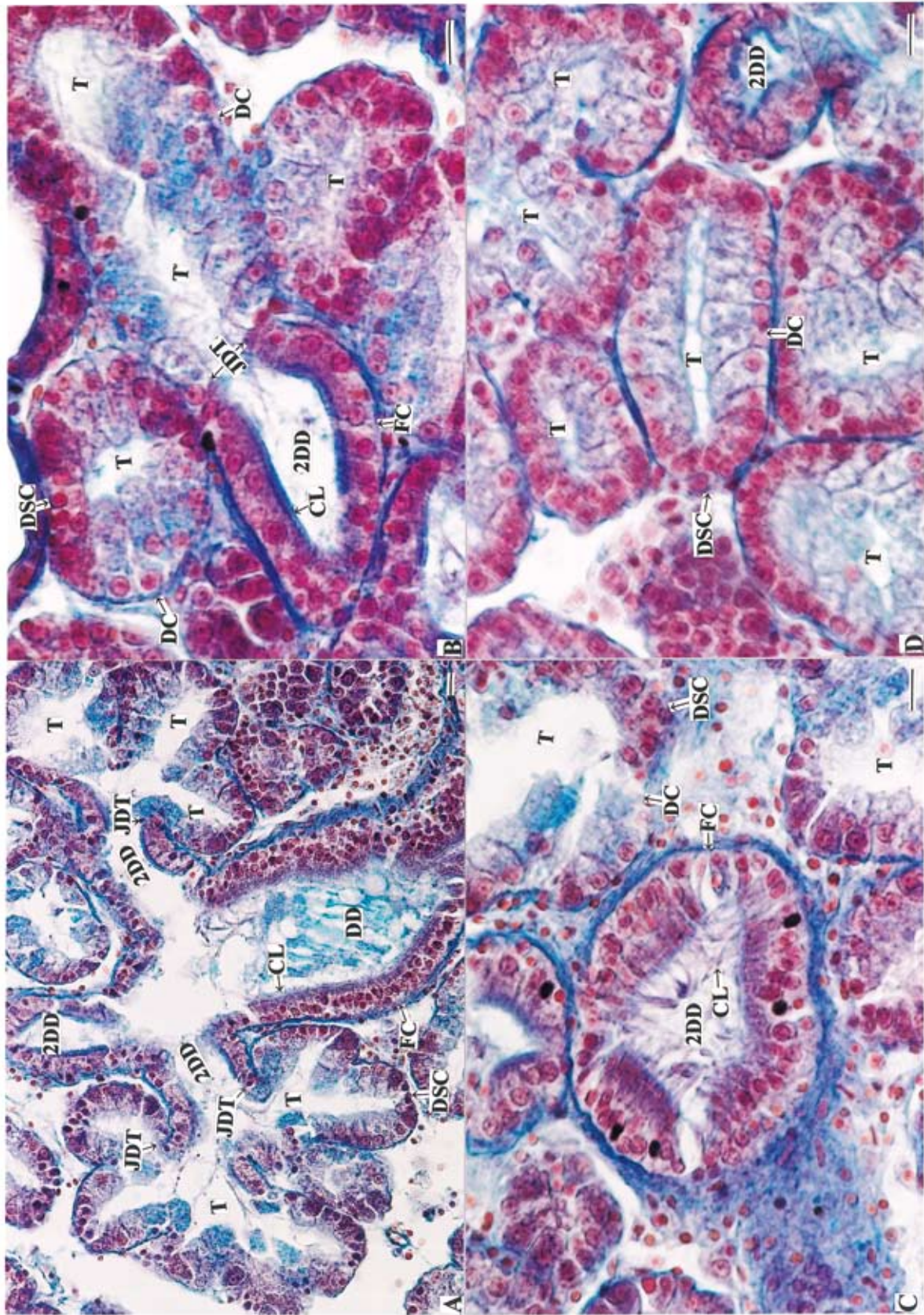


Fig. 14. Duct and tubule of the digestive diverticula of the Japanese short-neck clam. DD, duct ; 2DD, secondary duct ; JDT, junction of a duct with a tubule ; T, tubule ; FC, flagellated cell ; CL, cilium ; DC, digestive cell ; DSC, darkly staining cell. Azan staining. Bars = 10 μ m